



⑩ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenl gungsschrift**  
⑩ **DE 198 47 970 A 1**

⑤ Int. Cl. 7:  
**A 61 K 31/55**  
A 61 K 31/535

① Aktenzeichen: 198 47 970.0  
② Anmeldetag: 17. 10. 1998  
③ Offenlegungstag: 20. 4. 2000

DE 198 47 970 A 1

⑦ Anmelder:  
Boehringer Ingelheim Pharma KG, 55218  
Ingelheim, DE

⑦ Erfinder:  
Hochrainer, Dieter, Dr., 55411 Bingen, DE;  
Zierenberg, Bernd, Dr., 55411 Bingen, DE

us  
6,150,418

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

- ⑤ Lagerfähige Wirkstoff-Formulierung
- ⑤ Die vorliegende Erfindung betrifft lagerfähige Wirkstoff-Formulierungen zur schnellen Herstellung von Aerosolformulierungen zur Verwendung in Verneblern und deren Verwendung.

DE 198 47 970 A 1

## Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft eine lagerfähige Wirkstoff-Formulierung zur schnellen Herstellung von Aerosolformulierungen zur Verwendung in Verneblern und deren Verwendung.

Arzneimittelformulierungen zeichnen sich in Abhängigkeit ihrer Zusammensetzung durch mitunter signifikant unterschiedliche Langzeitstabilität aus. Die Langzeitstabilität von pharmazeutischen Formulierungen ist jedoch von erheblicher medizinisch-pharmazeutischer und industrieller Bedeutung für viele Arzneimittel-Formulierungen, die mitunter über Jahre gelagert werden, bevor sie zur Anwendung gelangen. Ist eine pharmazeutische Formulierung nur über einen kurzen Zeitraum stabil, darf zwischen Herstellung und Anwendung maximal soviel Zeit liegen, für die eine pharmazeutisch einwandfreie Qualität gewährleistet werden kann.

In der Regel sind galenische Formulierungen, bei denen Wirkstoffe als Festsubstanz vorliegen, beständiger als solche, bei denen ein Wirkstoff gelöst vorliegt. Im Fall von Arzneimitteln für die inhalative Therapie werden häufig flüssige Formulierungen gewählt, die dann mittels Vernebler appliziert werden. Im Zusammenhang mit der vorliegenden Erfindung werden unter dem Begriff Vernebler alle zur inhalativen Therapie geeigneten Vorrichtungen wie z. B. Inhalatoren oder Hochdruckzerstäuber verstanden. Die flüssige Formulierung befindet sich dabei in der Regel in einem Behälter, bevorzugt in einer Kartusche, das (die) entweder fester Bestandteil des Inhalators ist oder als austauschbare Kartusche vom Benutzer ein- und ausgebaut werden kann. Insbesondere für Kartuschen ist es erstrebenswert, Arzneimittel-Formulierungen zu schaffen, die über Monate oder Jahre gelagert werden können. Solche Zeiträume werden schnell durch Herstellung, Transport, Vertrieb und Lagerung beim Endverbraucher erreicht. In diesem Zusammenhang relevante Kartuschen werden beispielsweise in der PCT/EP95/03183 offenbart, auf die hiermit in ihrer Gesamtheit Bezug genommen wird, ebenso wie auf die in der WO91/14468 "Atomizing Device and Methods" offenbarte Vorrichtung zur treibgasfreien Verabreichung einer dosierten Menge eines flüssigen Arzneimittels zur inhalativen Anwendung.

Die vorliegende Erfindung betrifft Formulierungen, die als Vorstufen für eine zu applizierende Aerosolformulierung für die inhalative oder nasale Therapie über einen längeren Zeitraum von wenigen Monaten bis zu mehreren Jahren in Behältern für Inhalatoren gelagert werden können ohne eine relevante Veränderung der medizinisch-pharmazeutischen Qualität zu erleiden. Insbesondere können die erfindungsgemäßen Formulierungen über einen Zeitraum von bis zu 5 Jahren gelagert werden.

## Beschreibung der Erfindung

Die erfindungsgemäße Formulierung betrifft lagerfähige Lösungen oder Suspensionen auf wässriger Basis, in denen ein oder mehrere Wirkstoff(e) hochkonzentriert angereichert vorliegt (vorliegen). Dabei wird unter dem Begriff hochkonzentriert eine Konzentration verstanden, die die Konzentration der zu applizierenden medizinisch wirksamen Formulierung deutlich übersteigt. Die Formulierungen können die zu applizierende Konzentration um bis das 500-fache übersteigen. Mindestens jedoch übersteigen sie die zu applizierende Konzentration um das 10-fache. Bevorzugte Konzentrationen liegen um das 100- bis 400-fache über der zu applizierenden Konzentration, insbesondere um das 250-350-fache höher. Diese hochkonzentrierten Formulierungen sind als solche nicht zur Applikation geeignet, sondern werden durch zusätzliche Maßnahmen in die zu applizierende Formulierung überführt. Eine diesbezüglich bevorzugte Maßnahme stellt ein einfaches Vermischen der hochkonzentrierten Formulierung mit einem pharmakologisch verträglichen Verdünnungsmittel bei Umgebungstemperatur und Normaldruck dar, durch das die hochkonzentrierte Formulierung innerhalb von wenigen Minuten, bevorzugt maximal 5 Minuten, insbesondere bevorzugt innerhalb von wenigen Sekunden, in eine therapeutisch wirksame und zur Verwendung in einem Vernebler geeignete Formulierung überführt werden kann. Das Vermischen kann von dem in der Regel pharmazeutischen Wissens unkundigen Benutzer (Patienten) selbst als zielgerichtete oder unbewußte Handlung ausgeführt werden, weshalb unter Umgebungstemperatur die Temperatur verstanden wird, bei der ein Benutzer unter normalen Alltagsumständen die besagte Handlung vornimmt. Ein Erwärmen oder Kühlen der erfindungsgemäßen Formulierung ist für das Vermischen oder während des Vermischens nicht notwendig.

Die erfindungsgemäße Formulierung wird bevorzugt in einem Behälter für Vernebler, insbesondere in Kartuschen für Hochdruckzerstäuber gelagert und 1 oder in einem solchen Behälter in die zu applizierende Aerosolformulierung überführt.

Die erfindungsgemäßen hochkonzentrierten und zur Lagerung bestimmten Formulierungen haben den Vorteil, daß der oder die Wirkstoff(e) unter Bedingungen gelagert werden können, die nicht notwendigerweise den Bedingungen der zu applizierenden Formulierungen entsprechen. Zum Beispiel kann die hochkonzentrierte zur Lagerung bestimmte Formulierung in ihrem pH-Wert erheblich von dem pH-Wert der zu applizierenden Lösung abweichen, wenn der oder die betreffende(n) Wirkstoff(e) unter diesen pH-Bedingungen stabiler gelagert werden kann.

Bevorzugte Ausführungsformen betreffen hochkonzentrierte Suspensionen, denn es hat sich gezeigt, daß hochkonzentrierte Suspensionen häufig stabiler sind als hochkonzentrierte Lösungen, was jedoch die Verwendungsfähigkeit hochkonzentrierter Lösungen prinzipiell nicht ausschließt.

Unmittelbar vor der ersten Applikation wird die erfindungsgemäße Formulierung durch Verdünnung mit einem Lösungsmittel, dem optional weitere Zusatzstoffe, Wirkstoffe oder andere Hilfsstoffe zugesetzt sein können, in die zu applizierende Formulierung überführt. Dabei wird in diesem Zusammenhang unter dem Begriff "zu applizierende Formulierung" eine Formulierung verstanden, die zur inhalativen Applikation mittels eines Inhalators geeignet ist und bei der ein Wirkstoff oder mehrere Wirkstoffe in einem Hub oder einigen wenigen Hübchen in der notwendigen und 1 oder empfohlenen Konzentration appliziert werden kann. Als Verdünnungsmittel eignen sich besonders Wasser, wässrige alkoholische Lösungen oder Alkohol insbesondere Ethanol-Wasser-Gemische oder Ethanol.

Im Kontext der Erfindung es ist unerheblich, ob die zu applizierende Formulierung eine Lösungs- oder Suspensionsformulierung ist, obwohl Lösungsformulierungen bevorzugt werden.

Für die erfindungsgemäße Formulierung hat sich gezeigt, daß in der Regel Suspensions-Formulierungen eine bessere Lagerstabilität aufweisen als Lösungsformulierungen. Daher werden im Kontext der vorliegenden Erfindung hochkon-

zentrierte Suspensionen gegenüber hochkonzentrierten Lösungen zur Lagerung des Wirkstoffs oder der Wirkstoffe bevorzugt. Für derartige Suspensionsformulierungen ist das bevorzugte Lösungsmittel Wasser, was aber die Verwendung von anderen Lösungsmitteln genauso wenig ausschließt, wie umgekehrt die Verwendung von Wasser für hochkonzentrierte Lösungs-Formulierungen.

Soll die erfindungsgemäße Formulierung als wässrige Suspension verwendet werden, kann unter Umständen durch Salzzusatz, insbesondere Zusatz von Natriumchlorid, das Lösungsvermögen von Wasser für den oder die Wirkstoffe deutlich reduziert werden, so daß ein die suspendierten Teilchen stabilisierender Effekt erzielt wird. Gegebenenfalls können sogar gesättigte Salzlösungen verwendet werden. Die Menge an Salz hängt dabei von dem jeweiligen Wirkstoff und seinem Vermögen sich in Wasser zu lösen ab. In wässrigen hochkonzentrierten Suspensionen sollte ein Wirkstoff, wie z. B. Formoterol, zu weniger als 0,5% seiner Gesamtmenge gelöst vorliegen, bevorzugt zu weniger als 0,1%. Liegt die gelöste Menge dennoch über den angegebenen Werten, kann der gelöste Anteil gegebenenfalls durch Zugabe von Salz unterhalb dieser Werte gesenkt werden. In der Regel kann die Löslichkeit durch Salzzugabe auf die Hälfte gesenkt werden, in manchen Fällen auf ein Fünftel oder noch niedriger. Als Salze eignen sich neben Natriumchlorid, Alkali- oder Ammonium-Halogenide und 1 oder Natrium-, Kalium- oder Ammoniumsalze der weiter unten aufgeführten organischen und anorganischen Säuren.

Als Arzneistoffe in der Zubereitung können alle Substanzen verwendet werden, die für die inhalative oder nasale Anwendung geeignet sind und in dem vorgegebenen Lösungsmittel löslich sind. Es handelt sich demnach insbesondere um Betamimetika, Anticholinergika, Antiallergika, PAF-Antagonisten, Leukotrien-Antagonisten und insbesondere um Steroide sowie Wirkstoffkombinationen davon.

In einzelnen seien als Beispiele genannt:

Tiotropiumbromid; 3-[(hydroxydi-2-thienylacetyl)oxy]-8,8-dimethyl-8-azoniabicyclo[3,2,1]oct-6-en-bromid.

Als Betamimetika:

Bambuterol, Bitolterol, Carbuterol, Formoterol, Clenbuterol, Fenoterol, Hexoprenalin, Procaterol.

Ibuterol, Pirbuterol, Salmeterol, Tulobuterol.

Reproterol, Salbutamol, Sulfonterol, Terbutalin.

1-(2-Fluor-4-hydroxyphenyl)-2-[4-(1-benzimidazolyl)-2-methyl-2-butylamino]ethanol, erythro-5'-Hydroxy-8'-(1-hydroxy-2-isopropylamino)butyl)-2H-1,4-benzoxazin-3-(4H)-on;

1-(4-Amino-3-chlor-5-trifluormethylphenyl)-2-tert.-butylamino)ethanol;

1-(4-Ethoxycarbonylamino-3-cyan-5-fluorphenyl)-2-(tert.-butylamino)ethanol.

Als Anticholinergika:

Ipratropiumbromid, Oxitropiumbromid, Tropicumchlorid.

Benzilsäure-N-β-fluorethylmortalinestermethobromid.

Als Antiallergika:

Dinatriumchromoglicat, Nedocronil, Epinastin.

Als PAF-Antagonisten:

4-(2-Chlorphenyl)-9-methyl-2-[3-(4-morpholinyl)-3-propanon-1-yl]-6Hthieno-[3,2-f]-[1,2,4]triazolo[4,3-a][1,4]diazepin;

6-(2-Chlorphenyl)-8,9-dihydro-1-methyl-8-[(4-morpholinyl)carbonyl]-4H,7H-cyclopenta-[4,5]thieno-[3,2-f][1,2,4]triazolo[4,3-a][1,4]diazepin;

Als Steroide:

Flunisolid, Seratrodast, Pranlukast, Butixocort, Deflazacort, Fluticason, Mometason furoat, Dexamethason-21-isonicotinat, Mycophenolat mofetil, Zileuton, Budesonid, Promedrol, Tipredan.

- Beclometason (bzw. das 17,21-Dipropionat)  
 Beclomethason, Douglas  
 Ciclomctason  
 Fluocortin butyl  
 5 Deflazacort  
 Ciclomctason  
 Prednicarbat  
 Tixocortol-pivalat  
 Lotrison  
 10 Deproxlon  
 Methylprednisolon-Aceponat  
 Momctason  
 Hydrocortison-aceponat  
 Ulobetasol-propionat  
 15 Triamcinolon  
 Meprednison  
 Dexamethason  
 Medrysion  
 Fluocinolon acetonid  
 20 Deproxlon Propionat  
 Fluocinonid  
 Difluprednat  
 Dexamethasonisonicotinat  
 Fluocortoloncapronat  
 25 Triamcinolon-Hexacetonid  
 Formebolon  
 Endrison  
 Halcinonid  
 Clobetasol  
 30 Diflorason  
 Amcinonid  
 Cortivazol  
 Fluodexan  
 Budesonid  
 35 Demetex
- Icomethason enbutat  
 Cloprednol  
 Halomctason  
 Aiclomctason  
 Alisacid  
 Hydrocortison-butyralpropionat  
 Aiclomctason-dipropionat  
 Canesten-HC  
 Fluticason-propionat  
 Halopredon-acetat  
 Momctason-furoat  
 Momctason  
 Aminogluethimid  
 Hydrocortison  
 Fluorometholon  
 Betamethason  
 Fluclorolon acetonid  
 Paramethason-acetat  
 Aristocort-diacetat  
 Mazipredon  
 Betamethason valerat  
 Beclomethason-Dipropionat  
 Formocortal  
 Cloprednol  
 Clobetason  
 Flunisolid  
 Fluazacort  
 Hydrocortison-17-Butyrat  
 Fluocortin  
 Betamethason Dipropionat  
 Betamethasonadamantoat  
 Trilostan  
 Clobetason  
 Trimacinolon Benetonid

9.alpha.-chloro-6.alpha.-fluoro-11.beta.17.alpha.-dihydroxy-16.alpha.-methyl-3-oxo-1,4-androstadien-17.beta.-carboxylsäure-methylester-17-propionat.

- 40 Für Suspensionsformulierungen besonders geeignet sind Salbutamol, Tiotropium und 1 oder Formoterol und deren Salze. Formoterol ist dabei insbesondere gut geeignet.

Die Arzneimitteldzubereitung kann auch Hilfs- und Zusatzstoffe enthalten.

- Unter Zusatzstoffen wird in diesem Zusammenhang jeder pharmakologisch geeignete Stoff verstanden, der kein Wirkstoff ist, aber zusammen mit dem Wirkstoff (den Wirkstoffen) in einem pharmakologisch geeigneten Lösungsmittel formuliert werden kann, um die qualitativen Eigenschaften der Formulierung zu verbessern. Dazu zählen z. B. oberflächenaktive Stoffe zur Stabilisierung von Suspensionen, sonstige Stabilisatoren und Konservierungsstoffe, die die Verwendungsdauer der fertigen Arzneimittelformulierung verlängern, Geschmacksstoffe, Vitamine, Antioxidantien und/oder sonstige dem Stand der Technik bekannte Zusatzstoffe.

- Als oberflächenaktive Substanzen können die Formulierungen beispielsweise Sojalecithin, Ölsäure, Sorbitanester, wie Sorbitantriöleat oder andere aus dem Stand der Technik bekannte oberflächenaktive Stoffe (Surfactants) enthalten.

- Es hat sich gezeigt, daß der Zusatz einer organischen oder anorganischen Säure, bevorzugt in Kombination mit einem Komplexbildner, zu einer Verbesserung der Stabilität (Lagerstabilität) von einigen Arzneimitteln führt, insbesondere wenn sie Ethanol als Lösungsmittel enthalten. Dazu zählen z. B. steroidhaltige Arzneimittel. Dies gilt im Besonderen für Arzneimitteldzubereitungen, die Formoterol, Flunisolid bzw. seines Hydrates bzw. Hemihydrates oder Budesonid als

- 55 Wirkstoff enthalten.

Als diesbezüglich besonders geeignet werden als anorganische Säuren beispielhaft genannt: Salzsäure, Salpetersäure, Schwefelsäure und/oder Phosphorsäure; als Beispiele für besonders geeignete organische Säuren werden genannt:

Ascorbinsäure, Zitronensäure, Apfelsäure, Weinsäure, Maleinsäure, Bernsteinsäure, Fumarsäure, Essigsäure, Ameisensäure und/oder Propionsäure u. andere. Bevorzugte Säuren sind Salzsäure und/oder Fumarsäure.

- 60 Die Konzentration der Säure wird so gewählt, daß die Formulierung einen pH-Wert von 2,0 bis 7,0, bevorzugt zwischen 3,0 und 6,0 und ganz bevorzugt zwischen 4,5 und 5,5 aufweist. So liegt z. B. der bevorzugte pH-Wert von Formoterol bei ca. 5,0.

- In einer bevorzugten Ausführungsform enthält die Arzneimitteldzubereitung weiterhin einen Komplexbildner. Als Komplexbildner werden beispielhaft genannt EDTA (Ethyldiamintetraessigsäure, bzw. ein Salz davon, wie beispielsweise das Dinatriumsalz), Zitronensäure, Nitrilotriessigsäure und deren Salze. Die Menge an Komplexbildner beträgt bis zu 100 mg/100 ml, bevorzugt bis zu 50 mg/100 ml (Bsp. Formoterol). In einigen Fällen beträgt dagegen die Menge an Komplexbildner nur zwischen 0,1 und 3 mg/100 ml, bevorzugt zwischen 0,2 und 2 mg/100 ml, insbesondere zwischen 0,9 und 1,1 mg/100 ml bezogen auf die zu applizierende Arzneimitteldzubereitung (Bsp. Budesonid).

Bevorzugter Komplexbildner ist EDTA. Eine bevorzugte Arzneimittelzubereitung ist beispielsweise so formuliert, daß die zu applizierende Arzneimittelzubereitung 1,667% Flunisolid im Ethanol (96% v/v) als Lösungsmittel enthält, wobei 0,01% (v/v) EDTA als Komplexbildner zugegeben sind und durch Zusatz von Säure ein pH zwischen 3,0 und 4,0 eingestellt ist.

In einer Ausführungsform enthalten die Lösungen und/oder Suspensionen Konservierungsstoffe. Diese können dazu dienen, besagte Lösungen und/oder Suspensionen vor Kontamination mit pathogenen Keimen zu schützen. Als Konservierungsstoffe eignen sich die dem Stand der Technik bekannten, insbesondere Benzalkoniumchlorid oder Benzoesäure bzw. Benzoate wie Natriumbenzoat. Dabei kann der aromatische Ring der Benzoesäure bzw. des Benzoats gegebenenfalls mit einer Hydroxygruppe oder einer Alkoxygruppe, z. B. Methoxy oder Ethoxy, in para- meta oder ortho-Stellung substituiert sein.

In den lagerfähigen Suspensionen der hier beschriebenen Art werden die Teilchen bevorzugt in einer Partikelgröße von bis zu 20 µm formuliert, bevorzugt bis zu 10 µm und insbesondere bevorzugt bis zu 5 µm. Diese Teilchengröße sind insbesondere immer dann von Vorteil, wenn zwar die zur Lagerung bestimmte Formulierung eine Suspension ist, aber die zu applizierende Formulierung eine Lösung ist. In diesen Fällen kann die kleine Teilchengröße dazu beitragen, daß sich die Teilchen nach Vermischen mit dem Verdünnungsmittel besonders schnell darin auflösen.

Das Lösungsmittel für die erfindungsgemäße Formulierung kann Co-Solventien enthalten. Bevorzugte Co-Solventien sind solche, die Hydroxylgruppen oder andere polare Gruppen enthalten, beispielsweise Alkohole – insbesondere isopropylalkohol, Glykole – insbesondere Propylenglykol, Polyethylenglykol, Polypropylenglykol, Glykolether, Glycerol, Polyoxyethylenalkohole und Polyoxyethylén-Fettsäureester. Co-Solventien sind dazu geeignet, die Löslichkeit von Hilfsstoffen und gegebenenfalls der Wirkstoffe zu erhöhen.

Wie bereits erwähnt, werden die erfindungsgemäßen hochkonzentrierten Lösungen oder Suspensionen zur Verwendung als Aerosolformulierungen vor der Applikation mit einem Lösungsmittel verdünnt. Es sei an dieser Stelle ausdrücklich darauf hingewiesen, daß die bereits erwähnten Hilfs- oder Zusatzstoffe auch in dem Verdünnungsmittel gelöst oder suspendiert vorliegen können. Daneben kann das Verdünnungsmittel auch einen Wirkstoff oder mehrere weitere Wirkstoffe der oben genannten Wirkstoffe enthalten. Gegebenenfalls kann in dem Verdünnungsmittel eine Puffersubstanz, wie z. B. Trinatriumphosphat, Dinatriumhydrogenphosphat, Natriumdihydrogenphosphat, Na-EDTA, EDTA, Gemische davon u. a. dem Stand der Technik bekannte Stoffe vorhanden sein, insbesondere dann, wenn die erfindungsgemäße lagerfähige Formulierung einen pH-Wert aufweist, der deutlich von dem für die Applikation gewünschten abweicht. In diesem Fall liegt die Puffersubstanz im Verdünnungsmittel in einer solchen Konzentration vor, daß nach Vermischen der lagerfähigen, erfindungsgemäßen hochkonzentrierten Formulierung mit dem Verdünnungsmittel eine applikationsfähige Aerosolformulierung mit einem pH-Wert von 2,0 bis 7,0, bevorzugt zwischen 3,0 und 6,0 und ganz bevorzugt zwischen 4, 5 und 5, 5 vorliegt.

Um die zu applizierende Formulierung zu erhalten, wird die hochkonzentrierte Formulierung um beispielsweise das 10 bis 500-fache verdünnt, bevorzugt um das 100 bis 400-fache und insbesondere bevorzugt um das 250 bis 350-fache.

Bevorzugt werden die erfindungsgemäße Formulierung und das Verdünnungsmittel getrennt in einem für Inhalatoren geeigneten Behälter gelagert, der so beschaffen ist, daß die beiden Komponenten ohne absichtliches Zutun des Benutzers unmittelbar vor der Applikation miteinander vermischt werden. In diesem Zusammenhang wird unter dem Begriff "ohne absichtliches Zutun" eine Handlung verstanden, die in erster Linie nicht darauf abzielt die beiden Komponenten miteinander zu vermischen, sondern ein anderes Ereignis herbeizuführen. Als Beispiel sei ein Behälter für Vernebler genannt, der üblicherweise kurz vor der Anwendung in einen Vernebler eingesetzt wird, wie beispielsweise ein Behälter, der in der WO 97/39831 beschriebenen Art. In einem solchen Behälter können zwei oder mehr voneinander getrennte Kammern ausgebildet sein, wobei in wenigstens einer der Kammern die erfindungsgemäße Formulierung und in einer anderen Kammer das Verdünnungsmittel gelagert werden. Der Behälter ist so beschaffen, daß die beiden getrennt gelagerten Komponenten bereits nur dadurch miteinander vermischt werden können, daß der Behälter in den bestimmungsgemäßen Inhalator eingesetzt wird. Dabei ist die Menge der beiden Komponenten so dimensioniert, daß nach Vermischung der beiden Komponenten eine Aerosolformulierung entsteht, in der der oder die Wirkstoff(e) so konzentriert vorliegen (vorliegt), daß pro Hub oder durch wenige Hübe die empfohlenen therapeutische Dosis verabreicht werden kann. Im Rahmen der vorliegenden Beschreibung kann ein solches oder ein ähnliches Verfahren zur Herstellung der zu applizierenden Aerosolformulierung als "in situ" bzw. "quasi in-situ" bezeichnet werden, wenn für den Benutzer keine Handgriffe verbunden sind, die über die normalen Handgriffe zur Inbetriebnahme eines Inhalators und der Verwendung der Aerosolformulierung mittels des Inhalators hinaus- oder vorausgehen.

Daneben können auch andere Behälter zur Lagerung der erfindungsgemäßen Formulierung benutzt werden.

Natürlich kann die Verdünnung mit einem pharmakologisch verträglichen Lösungsmittel, wie Wasser oder Ethanol, auch bewußt vorgenommen werden; z. B. dadurch, daß das Lösungsmittel von dem Benutzer in einer zielgerichteten Handlung mit der hochkonzentrierten Arzneimittelformulierung vermischt wird.

In bevorzugten Ausführungsformen wird die Menge an der erfindungsgemäßen, lagerfähigen hochkonzentrierten Lösung oder Suspension so gewählt, daß sie einem Volumen von bis zu ca. 0,05 ml entspricht.

#### Beispiele

##### Beispiel 1

5 mg Formoterol (Teilchengröße: 5 µm) werden als 25 Gew.-%ige Suspension mit 0,015 ml Wasser als Suspension zur Lagerung formuliert. Durch Fumarsäure wird ein pH-Wert von 5,0 eingestellt.

Zur inhalativen Anwendung wird die Suspension mit 4,5 ml einer 1:1-Lösung Wasser/Ethanol (v/v) verdünnt, wobei die Verdünnungslösung 0,45 mg Benzalkoniumchlorid und 2,25 mg Na-EDTA enthält und mit HCl auf einen pH-Wert von 5,0 eingestellt ist.

Die Konzentration der Lagersuspension liegt um das ca. 300-fache über der Konzentration der zu applizierenden Lö-



sung.

## Beispiel 2

5 5 mg Formoterol (Teilchengröße: 5 µm) werden mit 0,015 ml einer 20 Gew.-% wäßrigen NaCl-Lösung als Suspension zur Lagerung formuliert. Durch Fumarsäure wird ein pH-Wert von 5,0 eingestellt.

Zur inhalativen Anwendung wird die Suspension mit 4,5 ml einer 1 : 1 Lösung Wasser/Ethanol (v/v) verdünnt, wobei die Verdünnungslösung 0,45 mg Benzalkoniumchlorid und 2,25 mg Na-EDTA enthält und mit HCl auf einen pH-Wert von 5,0 eingestellt ist.

10 Die Konzentration der Lagersuspension liegt um das ca. 300-fache über der Konzentration der zu applizierenden Lösung.

## Beispiel 3

15 In einer wässrigen Lösung mit einem pH-Wert von 5,0, zersetzt sich Formoterol bei 40°C innerhalb von nur 3 Monaten zu 10%. In einer vergleichbaren Suspension kann sogar nach 6 Monaten Lagerung bei 40°C keinerlei Zersetzung beobachtet werden.

## Patentansprüche

- 20 1. Lagerfähige Wirkstoff-Formulierung enthaltend ein Lösungs- oder Suspensionsmittel und einen oder mehrere inhalativ wirksamen Arzneistoff(e), dadurch gekennzeichnet, daß die Konzentration des oder der Arzneistoff(e) die therapeutisch wirksame Konzentration um das 10- bis 500-fache übersteigt (übersteigen).
- 25 2. Formulierung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der oder die Arzneistoff(e) die therapeutisch wirksame Konzentration um das 100- bis 400-fache übersteigt (übersteigen).
3. Formulierung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der oder die Arzneistoff(e) die therapeutisch wirksame Konzentration um das 250- bis 350-fache übersteigt (übersteigen).
4. Formulierung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Lösungs- oder Suspensionsmittel Wasser ist.
- 30 5. Formulierung nach einem der vorangegangenen Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Lösungs- oder Suspensionsmittel ein Ethanol-Wasser-Gemisch ist.
6. Formulierung nach einem der vorangegangenen Ansprüche 4 und 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Wasser Natriumchlorid enthält.
7. Formulierung nach einem der vorangegangenen Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Lösungs- oder Suspensionsmittel Ethanol ist.
- 35 8. Formulierung nach einem der vorangegangenen Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der oder mehrere Arzneistoffe in dem Lösungsmittel gelöst (ist) sind.
9. Formulierung nach einem der vorangegangenen Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß der oder mehrere Arzneistoff(e) in dem Lösungsmittel suspendiert (ist) sind.
- 40 10. Formulierung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die suspendierten Partikel eine Teilchengröße von bis zu 10 µm haben.
11. Formulierung nach einem der vorangegangenen Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Formulierung Formoterol, Salbutamol und/oder Tiotropium oder ein Salz davon enthält.
12. Formulierung nach einem der vorangegangenen Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Formulierung Formoterol oder eines seiner pharmakologisch verträglichen Salze enthält.
- 45 13. Formulierung nach einem der vorangegangenen Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Formulierung eine oberflächenaktive Substanz, wie z. B. Sorbitanester, wie z. B. Sorbifantioleat, Ölsäure oder Lecithin enthält.
14. Formulierung nach einem der vorangegangenen Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Formulierung eine Säure, wie z. B. Salzsäure, Salpetersäure, Schwefelsäure, Phosphorsäure, Ascorbinsäure, Zitronensäure, Apfelsäure, Weinsäure, Maleinsäure, Bersteinsäure, Fumarsäure, Essigsäure, Ameisensäure, und/oder Propionsäure, bevorzugt Salzsäure und/oder Fumarsäure, enthält.
- 50 15. Formulierung nach einem der vorangegangenen Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß der pH-Wert der Formulierung zwischen 2,0 und 7,0, bevorzugt zwischen 4,0 und 6,0 und insbesondere bevorzugt zwischen 4,5 und 5,5 liegt.
- 55 16. Formulierung nach einem der vorangegangenen Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Formulierung ein Konservierungsmittel und/oder einen Komplexbildner enthält.
17. Lagerfähige Formulierung mit Formoterol als Wirkstoff, dadurch gekennzeichnet, daß Formoterol als Suspension in Wasser in einer Konzentration zwischen 250 mg/ml und 350 mg/ml und einer Teilchengröße von bis zu 10 µm vorliegt und daß die Formulierung auf einen pH-Wert von 4,5 bis 5,5 eingestellt ist.
- 60 18. Formulierung nach dem vorangegangenen Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß das Wasser 20 Gew.-% Natriumchlorid enthält.
19. Verwendung einer Formulierung gemäß einem der vorangegangenen Ansprüche 1 bis 18 zur inhalativen Applikation, dadurch gekennzeichnet, daß die Formulierung vor der Applikation mit einem um das 10 bis 500-fache, bevorzugt das 100- bis 400-fache, insbesondere bevorzugt um das 250- bis 350-fache verdünnt wird.
- 65 20. Verwendung einer Formulierung nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß das Verdünnungsmittel Wasser, Ethanol oder ein Gemisch davon ist.
21. Verwendung einer Formulierung Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, daß das Wasser Natriumchlorid ent-

hält.

22. Verwendung einer Formulierung nach einem der Ansprüche 19 bis 21, dadurch gekennzeichnet, daß das Verdünnungsmittel einen Arzneistoff oder mehrere Arzneistoffe enthält.

23. Verwendung einer Formulierung nach einem der Ansprüche 19 bis 22, dadurch gekennzeichnet, daß das Verdünnungsmittel eine oberflächenaktive Substanz, wie z. B. Sorbitanester, wie z. B. Sorbitantrioleat, Ölsäure oder Lecithin enthält.

24. Verwendung einer Formulierung nach einem der Ansprüche 19 bis 23, dadurch gekennzeichnet, daß das Verdünnungsmittel eine Säure, wie z. B. Salzsäure, Salpetersäure, Schwefelsäure, Phosphorsäure, Ascorbinsäure, Zitronensäure, Apfelsäure, Weinsäure, Maleinsäure, Bernsteinsäure, Fumarsäure, Essigsäure, Ameisensäure und/oder Propionsäure, bevorzugt Salzsäure und/oder Fumarsäure enthält.

25. Verwendung einer Formulierung nach einem der Ansprüche 24 bis 36, dadurch gekennzeichnet, daß das Verdünnungsmittel ein Konservierungsmittel und/oder einen Komplexbildner enthält.

26. Verwendung einer Formulierung nach einem der Ansprüche 19 bis 25, dadurch gekennzeichnet, daß Verdünnungsmittel eine Puffersubstanz, wie z. B. Natriumdihydrogenphosphat, Dinatriumhydrogenphosphat, Trinatriumphosphat, Na-EDTA, EDTA oder ein Gemisch daraus enthält.

27. Verwendung einer Formoterol-Formulierung nach einem der Ansprüche 19 bis 26, dadurch gekennzeichnet, daß das Verdünnungsmittel auf einen pH-Wert zwischen 2,0 und 7,0, bevorzugt zwischen 4,0 und 6,0 und insbesondere bevorzugt zwischen 4,5 und 5,5 eingestellt ist.

28. Verwendung einer Formulierung nach einem der vorangegangenen Ansprüche 19, 21, 22, 23, 24, 25 und 26 dadurch gekennzeichnet, daß die Formulierung eine Formulierung gemäß Anspruch 17 ist und das Verdünnungsmittel ein Wasser-Ethanol-Gemisch ist, das Benzalkoniumchlorid und Na-EDTA enthält und auf einen pH-Wert zwischen 4,5 und 5,5 eingestellt ist.

29. Verwendung einer Formulierung nach einem der vorangegangenen Ansprüche 19, 21, 22, 23, 24, 25 und 26, dadurch gekennzeichnet, daß die Formulierung eine Formulierung gemäß Anspruch 18 ist und das Verdünnungsmittel ein Wasser-Ethanol-Gemisch ist, das Benzalkoniumchlorid und Na-EDTA enthält und auf einen pH-Wert zwischen 4,5 und 5,5 eingestellt ist.

30. Lösungsformulierung zur inhalativen Therapie enthaltend ein Lösungsmittelgemisch aus Ethanol/Wasser, auf einen pH-Wert von ca. 4,5 bis 5,5 eingestellt ist, gelöstes Formoterol oder eines seiner pharmakologisch verträglichen Salze oder Additionsprodukte in einer Konzentration von ca. 0,9 bis 1,5 mg/ml bezogen auf Formoterol, Benzalkoniumchlorid in einer pharmakologisch verträglichen Menge und Na-EDTA in einer pharmakologisch verträglichen Menge.

31. Formulierung gemäß Anspruch 30, dadurch gekennzeichnet, daß die Formulierung Natriumchlorid enthält.

32. Verwendung einer Formulierung nach einem der vorangegangenen Ansprüche 1 bis 31 in einem Behälter für Vernebler zur inhalativen Therapie von Lungenerkrankungen.

33. Verwendung einer Formulierung nach einem der vorangegangenen Ansprüche 1 bis 31 in einer Zwei- oder Mehr-Kammer-Kartusche für Hochdruckzerstäuber zur inhalativen Therapie von Lungenerkrankungen.